ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИМЕНИ. В.Ф. УТКИНА

Кафедра «Вычислительная и прикладная математика»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Основы классической и неклассической логики в системах ИИ»

Направление подготовки

09.03.04 «Программная инженерия»

Направленность (профиль) подготовки

«Программная инженерия систем искусственного интеллекта»

Уровень подготовки – бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Срок обучения – 4 года

Рязань

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов и процедур, предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности компетенций и индикаторов их достижения, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся, организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся на лабораторных работах по результатам выполнения и защиты обучающимися индивидуальных заданий, по результатам выполнения контрольных работ и тестов, по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используется устные и письменные ответы студентов на индивидуальные вопросы, письменное тестирование по теоретическим разделам курса. Дополнительным средством оценки знаний и умений студентов является отчет о выполнении практических работ и его защита.

По итогам курса обучающиеся сдают зачет. Форма проведения – устный ответ с письменным подкреплением по утвержденным билетам, сформулированным с учетом содержания дисциплины. В билет для зачета включается два теоретических вопроса и задача. В процессе подготовки к устному ответу студент должен составить в письменном виде план ответа.

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1 (индикаторы ОПК - 1.1, ОПК - 1.2), ПК-3 (индикатор ПК-3.1).

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

– формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);

– приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические работы, самостоятельная работа студентов);

– закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных задач на занятиях, выполнения индивидуальных заданий на лабораторных работах и их защиты, а также в процессе сдачи зачета.

2. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (РЕЗУЛЬТАТОВ) НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

– пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;

– продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенций по завершении освоения дисциплины;

– эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенций и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний умений и навыков – на пороговом уровне. При освоении менее 40% приведенных знаний, умений и навыков компетенция в рамках настоящей дисциплины

считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Оценке сформированности в рамках данной дисциплины подлежат компетенции/индикаторы:

ОПК-1.1. Демонстрирует естественнонаучные и общеинженерные знания, знания методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ОПК-1.2. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ПК-3.1. Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи.

Показатели достижения планируемых результатов обучения и критерии их оценивания на разных уровнях формирования компетенций приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели достижения индикаторов компетенции

1	2	3	4
Компетенция: код по ФГОС 3++, формулировка	**Индикаторы**	**Этап**	**Наименование оценочного средства**
ОПК-1. (09.03.04) Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	**ОПК-1.1. Демонстрирует естественнонаучные и общеинженерные знания, знания методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования** Знать основные понятия и методы современной классической и неклассической математической логики Уметь описывать логическую модель, модифицировать методы и обосновывать выбор модели социально-экономической предметной области утверждениями на языке классической и неклассической логик, необходимую для систем ИИ Владеть навыками построения математико-логических моделей для решения профессиональных задач в том числе в системах ИИ **ОПК-1.2. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности** Знать методологию использования основных понятий и методов современной классической и неклассической математической логики в теоретических и экспериментальных исследованиях в профессиональной деятельности Уметь	2	зачет

1	2	3	4
	применять методологию использования основных понятий и методов современной классической и неклассической математической логики в теоретических и экспериментальных исследованиях в профессиональной деятельности Владеть методологией использования основных понятий и методов современной классической и неклассической математической логики в теоретических и экспериментальных исследованиях в профессиональной деятельности		
ПК-3. Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ (MF-1)	**ПК-3.1. Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи** Знать методы классической и неклассической математической логики и теории алгоритмов, используемые для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта Уметь применять аппарат математической логики и теории алгоритмов при экспериментальном исследовании объектов профессиональной деятельности в системах ИИ Владеть навыками профессионального мышления, необходимыми для использования методов классической и неклассической математической логики и теории алгоритмов в собственной профессиональной деятельности, в том числе в системах ИИ	2	зачет

Преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим работам. Кроме того, преподавателем учитываются ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле:

- контрольные опросы;
- задания для практических работ.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- современных информационных технологии и программных средств, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности;

наличие **умений**:

- использовать систем компьютерной математики при решении задач;

обладание навыками**:**

- применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения практических работ:

41%-60% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;

61%-80% правильных ответов соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;

81%-100% правильных ответов соответствует эталонному уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования.

Сформированность уровня компетенций не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет, оцениваемый по принятой в ФГБОУ ВО «РГРТУ» системе: «зачтено» и «не зачтено».

Критерии оценивания промежуточной аттестации представлены в таблице.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	**оценки «зачтено»** заслуживает обучающийся, продемонстрировавший полное знание материала изученной дисциплины, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; выполнивший все практические работы; показавший систематический характер знаний по дисциплине, ответивший на все вопросы билета или допустивший погрешность в ответе вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;
«не зачтено»	**оценки «не зачтено»** заслуживает обучающийся, не выполнивший практические работы, продемонстрировавший серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, не ответивший на все вопросы билета и дополнительные вопросы. Оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной).

3. ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
Раздел 1. Основы классической математической логики		
Логика высказываний	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Исчисление высказываний как часть логического подхода к представлению знаний в искусственном интеллекте (ИИ)	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Логика предикатов	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Исчисление предикатов как основа для формализации теории логического вывода в системах ИИ	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Раздел 2. Теория алгоритмов		
Основные понятия теории алгоритмов	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Машины Тьюринга	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Нормальные алгоритмы Маркова и их применение для моделирования последовательностей событий и прогнозирования вероятностей будущих состояний в системах ИИ	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Частично-рекурсивные функции	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Раздел 3. Нечеткая логика		
Введение. Нечеткая логика в системах ИИ	ОПК-1.1; ОПК-1.2;	Зачет

	ПК-3.1	
Нечёткие множества. Нечёткие отношения.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет
Показатель размытости нечетких множеств. Методы построения функции принадлежности.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ПК-3.1	Зачет

4. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ФОС по дисциплине содержит следующие оценочные средства, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций при текущем контроле и промежуточной аттестации, разбитые по модулям дисциплины:

- перечни вопросов к зачету;
- макеты билетов к зачету.

Средства для оценки различных уровней формирования компетенций по категориям «знать», «уметь», «владеть» обеспечивают реализацию основных принципов контроля, таких, как объективность и независимость, практико-ориентированность, междисциплинарность.

С учетом этого, контрольные вопросы (задания, задачи,) входящие в ФОС, для различных категорий и уровней освоения компетенций имеют следующий вид:

4.1 Промежуточная аттестация (зачет)

ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
ОПК-1.1. Демонстрирует естественнонаучные и общеинженерные знания, знания методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

а) типовые тестовые вопросы закрытого типа

1. Укажите истинные высказывания:

1. Новгород стоит на Волхове.
2. Париж - столица Англии.
3. Карась не рыба.
4. Число 6 делится на 2 и на 3.
5. Если юноша окончил среднюю школу, то он получает аттестат зрелости.

Выберите один ответ:

1, 3, 5
1, 2, 5
2, 4, 5
1, 4, 5
1, 3, 4

2. Какие операции можно выполнять над высказываниями?

1) дизъюнкция (соответствует союзу «или»);
2) конъюнкция (соответствует союзу «и»);
3) импликация (соответствует фразе типа «если . . . , то»);
4) эквиваленция (соответствует фразе типа «. . . тогда и только тогда, когда» . . .);
5) отрицание (соответствует союзу «не»).

Выберите один ответ:

Все перечисленные
1, 2, 4, 5
1, 2, 3, 4
1, 3, 4, 5
2, 4, 5

3. Для упрощения записи формул принят ряд соглашений. Скобки можно опускать, придерживаясь определенного порядка действий:

1) конъюнкция;
2) отрицание;
3) импликация;

4) дизъюнкция;
5) эквивалентность;

Выберите один ответ:

1, 4, 2, 3, 5
1, 2, 3, 4, 5
2, 1, 4, 3, 5
3, 4, 5, 2, 1
2, 1, 3, 5, 4

4. Формула *A* называется тавтологией:

Выберите один ответ:

если она принимает значения 1 при всех значениях входящих в нее переменных
если она принимает значение 0 при всех значениях входящих в нее переменных

5. Функцией алгебры логики n переменных (или функцией Буля) называется функция n переменных, где каждая переменная принимает два значения:

Выберите один ответ:

0 и 1
0 и 1, и при этом функция может принимать только одно из двух значений: 0 или 1
0 и 1, и при этом функция может принимать любое значение

6. Какие свойства присущи СДНФ:

1) Все логические слагаемые формулы различны.
2) Каждое логическое слагаемое формулы содержит все переменные, входящие в функцию.
3) Ни одно логическое слагаемое формулы не содержит одновременно переменную и ее отрицание.
4) Ни одно логическое слагаемое формулы не содержит одну и ту же переменную дважды.

Выберите один ответ:

2, 3, 4
1, 2, 3, 4
1, 2, 3
1, 3, 4

7. Назовите способы получения СДНФ А:

Выберите один ответ:

с помощью равносильных преобразований формулы и с помощью таблицы истинности
с помощью равносильных преобразований формулы
с помощью таблицы истинности

8. Какие условия должны быть выполнены для того, чтобы КНФ А называлась совершенной конъюнктивной нормальной формой формулы А (СКНФ А)?

Выберите один ответ:

Все элементарные дизъюнкции, входящие в КНФ А, различны.
Каждая элементарная дизъюнкция, входящая в КНФ А, не содержит двух одинаковых переменных.
Все элементарные дизъюнкции, входящие в КНФ А, содержат все переменные.
Каждая элементарная дизъюнкция, входящая в КНФ А, не содержит переменную и ее отрицание.
Все перечисленные

9. Каким способом можно получить СКНФ?

Выберите один ответ:

с помощью равносильных преобразований
с помощью таблицы истинности для формулы отрицания А
с помощью равносильных преобразований и с помощью таблицы истинности для формулы отрицания А

10. Все формулы алгебры логики делятся на:

Выберите один ответ:

тождественно истинные и выполнимые
тождественно ложные и выполнимые

тождественно истинные и тождественно ложные
тождественно истинные, тождественно ложные и выполнимые

11. На какие составляющие расчленяет логика предикатов элементарное высказывание?
Выберите один ответ:
субъект (буквально - подлежащее, хотя оно и может играть роль дополнения) и предикат (буквально - сказуемое, хотя оно может играть и роль определения)
субъект (буквально - подлежащее, хотя оно и может играть роль дополнения) предикат (буквально - сказуемое, хотя оно может играть и роль определения)

12. Конъюнкцией двух предикатов P(x) и Q(x) называется новый предикат P(x)&Q(x), который принимает значение...
Выберите один ответ:
«ложь» при тех и только тех значениях x, при которых каждый из предикатов принимает значение «ложь», и принимает значение «истина» во всех остальных случаях
«истина» при тех и только тех значениях x, при которых каждый из предикатов принимает значение «истина», и принимает значение «ложь» во всех остальных случаях
«ложь» при тех и только тех значениях x, при которых каждый из предикатов принимает значение «истина», и принимает значение «ложь» во всех остальных случаях

б) типовые тестовые вопросы открытого типа

1. Верно ли, что под высказыванием понимают всякое повествовательное предложение, утверждающее что-либо о чем-либо, и при этом всегда можно сказать, истинно оно или ложно в данных условиях места и времени.

Верно

2. Верно ли, что отрицанием высказывания *x* называется новое высказывание, которое является истинным, если высказывание *x* ложно, и ложным, если высказывание *x* истинно.

Верно

3. Верно ли, что конъюнкцией двух высказываний *x, y* называется новое высказывание, которое считается истинным, если оба высказывания *x, y* истинны, и ложным, если хотя бы одно из них ложно

Верно

4. Верно ли, что дизъюнкцией двух высказываний *x, y* называется новое высказывание, которое считается истинным, если хотя бы одно из высказываний *x, y* истинно, и ложным, если они оба ложны

Верно

5. Верно ли, что импликацией двух высказываний *x, y* называется новое высказывание, которое считается ложным, если *x* истинно, а *y* - ложно, и истинным во всех остальных случаях

Верно

6. Верно ли, что эквиваленцией (или эквивалентностью) двух высказываний *x, y* называется новое высказывание, которое считается истинным, когда оба высказывания *x, y* либо одновременно истинны, либо одновременно ложны, и ложным во всех остальных случаях

Верно

7. Верно ли, что всякое сложное высказывание, которое может быть получено из элементарных высказываний посредством применения логических операций отрицания, конъюнкции, дизъюнкции, импликации и эквиваленции, называется формулой алгебры логики

Верно

8. Верно ли, что две формулы алгебры логики *A* и *B* называются равносильными, если они принимают одинаковые логические значения на любом наборе значений, входящих в формулы элементарных высказываний

Верно

9. Верно ли, что элементарной конъюнкцией n переменных называется конъюнкция переменных или их отрицаний

Верно

10. Верно ли, что дизъюнктивной нормальной формой (ДНФ) формулы А называется равносильная ей формула, представляющая собой дизъюнкцию элементарных конъюнкций

Верно

11. Верно ли, что элементарной дизъюнкцией n переменных называется дизъюнкция переменных или их отрицаний

Верно

12. Верно ли, что конъюнктивной нормальной формой (КНФ) формулы А называется равносильная ей формула, представляющая собой конъюнкцию элементарных дизъюнкций

Верно

ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-1.2. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

а) типовые тестовые вопросы закрытого типа

1. Дизъюнкцией двух предикатов P(x) и Q(x) называется новый предикат $P(x) \vee Q(x)$, который принимает значение ...

Выберите один ответ:

«ложь» при тех и только тех значениях, при которых каждый из предикатов принимает значение «истина» и принимает значение «ложь» во всех остальных случаях.

«истина» при тех и только тех значениях, при которых каждый из предикатов принимает значение «ложь» и принимает значение «истина» во всех остальных случаях.

«ложь» при тех и только тех значениях, при которых каждый из предикатов принимает значение «ложь» и принимает значение «истина» во всех остальных случаях.

2. Отрицанием предиката P(x) называется новый предикат $\overline{P(x)}$, который принимает значение ...

Выберите один ответ:

«истина» при всех значениях, при которых предикат принимает значение «истина», и принимает значение «ложь» при тех значениях, при которых предикат принимает значение «ложь».

«ложь» при всех значениях, при которых предикат принимает значение «ложь», и принимает значение «истина» при тех значениях, при которых предикат принимает значение «истина».

«истина» при всех значениях, при которых предикат принимает значение «ложь», и принимает значение «ложь» при тех значениях, при которых предикат принимает значение «истина».

3. Импликацией предикатов P(x) и Q(x) называется новый предикат $P(x) \to Q(x)$
который является ложным при тех и только тех значениях x, при которых ...

Выберите один ответ:

одновременно P(x) принимает значение «ложь», а Q(x) - значение «истина» и принимает значение «истина» во всех остальных случаях.

одновременно P(x) принимает значение «истина», а Q(x) - значение «истина» и принимает значение «истина» во всех остальных случаях.

одновременно P(x) принимает значение «истина», а Q(x) - значение «ложь» и принимает значение «истина» во всех остальных случаях.

4. Эквиваленцией предикатов P(x) и Q(x), называется новый предикат $P(x) \leftrightarrow Q(x)$
который принимает значение...

Выберите один ответ:

«истины» при тех и только тех значениях x, при которых значения каждого из предикатов ложны одновременно.
«истины» при тех и только тех значениях x, при которых значения каждого из предикатов либо истинны либо ложны одновременно.
«истины» при тех и только тех значениях x, при которых значения каждого из предикатов истинны одновременно.

5. Машина Тьюринга это:
Математическая машина
Воображаемая машина
Физическая машина
Математический объект
6. Внешний алфавит $A = \{a_0, a_1, \dots, a_n\}$ машины Тьюринга θ это:
Конечное число знаков (символов, букв)
Все возможные существующие знаки, символы и буквы
7. Лента машины Тьюринга:
Ограничена с двух сторон
Неограничена справа
Неограничена слева
Неограничена в обе стороны, но в каждый момент времени на ней записано конечное число непустых букв
8. В каждый момент времени машина θ способна находиться в одном состоянии из конечного числа внутренних состояний, совокупность которых $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_m\}$. Среди состояний выделяют два
Начальное q_1 и заключительное q_0 $q_1\ q_0$
Начальное q_0 и заключительное q_1
Начальное q_0 и останова q_1
9. Работа машины θ определяется программой (функциональной схемой). Программа состоит из команд. Каждая команда $T(i,j), (i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n})$ представляет собой
$q_i a_j \to q_k a_l$С
$q_i a_j \to q_k a_l$П
$q_i a_j \to q_k a_l$Л
Выражение одного из перечисленных выше видов
10. Словом в алфавите *A*, или в алфавите *Q*, или в алфавите $A \cup Q$ называется
Любая последовательность букв
Любая последовательность букв любого алфавита
Любая последовательность букв соответствующего алфавита
11. Под *k*–й конфигурацией будем понимать:
Изображение ленты машины с информацией, сложившейся на ней к началу *k*–го шага, с указанием того, какая ячейка обозревается в этот шаг и в каком состоянии находится машина
Слово в алфавите *A*, записанное на ленту к началу *k*–го шага, с указанием того, какая ячейка обозревается в этот шаг и в каком состоянии находится машина
Оба определения
12. Говорят, что *(n+1)*–местная функция φ получена из *n*–местной функции *f* и *(n+2)*–местной функции g с помощью оператора примитивной рекурсии, если для любых $x_1, \dots, x_n$ справедливы равенства:

$$\varphi(x_1, \dots, x_n, 0) = f(x_1, \dots, x_n)$$
$$\varphi(x_1, \dots, x_n, y+1) = g(x_1, \dots, x_n, y, \varphi(x_1, \dots, x_n, y))$$

Справедливы все перечисленные выше равенства
13. Схемой примитивной рекурсии называется:

$$\varphi(x_1, \dots, x_n, 0) = f(x_1, \dots, x_n)$$
$$\varphi(x_1, \dots, x_n, y+1) = g(x_1, \dots, x_n, y, \varphi(x_1, \dots, x_n, y))$$

Оба равенства
14. Функция называется общерекурсивной если она
Всюду определена
Частично рекурсивна
Всюду определена и частично рекурсивна

б) типовые тестовые вопросы открытого типа

1. Верно ли, что одноместным предикатом P(x) называется произвольная функция переменного x, определенная на множестве M и принимающая значения из множества {1,0}?

Верно

2. Верно ли, что множество M, на котором определен предикат, называется множеством истинности предиката?

Верно

3. Верно ли, что двухместным предикатом P(x,y) называется функция двух переменных x, y определенная на множестве M=M1xM2 и принимающая значения из множества {1, 0}?

Верно

4. Верно ли что, под выражением $\forall x P(x)$

понимают высказывание, истинное, когда P(x) истинно для каждого элемента x из множества M и ложное в противном случае, а символ называют квантором всеобщности?

Верно

5. Верно ли, что под выражением $\exists x P(x)$

понимают высказывание, которое является истинным, если существует элемент x, для которого P(x) истинно, и ложным в противном случае, а символ называется квантором существования?

Верно

6. Верно ли что, две формулы логики предикатов A и B называются равносильными на области M, если они принимают одинаковые логические значения при всех значениях входящих в них переменных, отнесенных к области M?

Верно

7. Верно ли что, две формулы логики предикатов A и B называются равносильными, если они равносильны на всякой области?

Верно

8. Верно ли что, формула логики предикатов имеет нормальную форму, если она содержит только операции конъюнкции, дизъюнкции и кванторные операции, а операция отрицания отнесена к элементарным формулам?

Верно

9. Верно ли, что в ПНФ кванторные операции либо полностью отсутствуют, либо они используются после всех операций алгебры логики?

Верно

10. Верно ли, что если функции $f(x_1, \dots, x_m)$, $g_1(x_1, \dots, x_n), \dots, g_m(x_1, \dots, x_n)$ правильно вычислимы по Тьюрингу, то правильно вычислима и сложная функция (суперпозиция функций):

$\varphi(x_1, \dots, x_n) = f(g_1(x_1, \dots, x_n), \dots, g_m(x_1, \dots, x_n)$

Верно

11. Верно ли, что функция называется примитивно рекурсивной, если она может быть получена из простейших функций O, S, I_m^n с помощью конечного числа применений операторов суперпозиции и примитивной рекурсии

Верно

12. Верно ли, что функция называется частично рекурсивной, если она может быть получена из простейших функций O, S, I_m^n с помощью конечного числа применений суперпозиции, примитивной рекурсии и μ–оператора

Верно

ПК-3.1: Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ (MF-1);
ПК-3.1. Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи

а) типовые тестовые вопросы закрытого типа

1. Используется ли исчисление высказываний в системах ИИ для представления знаний и логического вывода?

а) Да, широко используется как базовый инструмент

б) Используется только в теоретических исследованиях, не на практике

в) Нет, не используется, так как слишком ограничено по выразительности

Правильный ответ: а) Да, широко используется как базовый инструмент. Несмотря на ограниченную выразительность по сравнению с логикой предикатов, исчисление высказываний применяется в задачах проверки согласованности, упрощения знаний и в базовых механизмах вывода.

2. Что отличает исчисление предикатов от исчисления высказываний?

а) Наличие пропозициональных переменных

б) Использование только логических связок $\wedge$, $\vee$, $\neg$

в) Введение кванторов ($\forall$, $\exists$) и предикатов с аргументами

г) Отсутствие формул

Правильный ответ: в) Введение кванторов ($\forall$, $\exists$) и предикатов с аргументами

3. Какой квантор используется для выражения утверждения «существует хотя бы один объект, обладающий свойством P»?

а) Квантор всеобщности $\forall$

б) Квантор существования $\exists$

в) Квантор единственности

г) Квантор отрицания

Правильный ответ: б) Квантор существования $\exists$

4. Может ли формула в исчислении предикатов быть одновременно выполнимой и не общезначимой?

а) Да, если она истинна в некоторых интерпретациях, но не во всех

б) Нет, эти понятия эквивалентны

в) Только в случае противоречивых формул

г) Только для формул без кванторов

Правильный ответ: а) Да, если она истинна в некоторых интерпретациях, но не во всех

5. Какой метод логического вывода широко используется в системах ИИ на основе исчисления предикатов (например, в языке Пролог)?

а) Метод полного перебора

б) Метод резолюции

в) Метод градиентного спуска

г) Метод Монте-Карло

Правильный ответ: б) Метод резолюции. Он позволяет автоматически доказывать теоремы в исчислении предикатов и лежит в основе логического программирования.

6. Какое из утверждений верно описывает роль исчисления предикатов в системах искусственного интеллекта?

а) Используется исключительно для визуализации данных

б) Служит основой для представления структурированных знаний и выполнения дедуктивного вывода

в) Применяется только в задачах обработки естественного языка

г) Не имеет практического применения в ИИ, используется только в теоретической логике

Правильный ответ: б) Служит основой для представления структурированных знаний и выполнения дедуктивного вывода. Исчисление предикатов позволяет формализовать правила, факты и отношения между объектами, что необходимо для экспертных систем, баз знаний и т. д.

7. Что является основным элементом нормального алгоритма Маркова?

а) Нейронная сеть

б) Система подстановок (правил преобразования строк)

в) Дерево решений

г) Функция активации

Правильный ответ: б) Система подстановок (правил преобразования строк). Алгоритм последовательно применяет правила замены подстрок до достижения конечного состояния.

8. Могут ли нормальные алгоритмы Маркова использоваться для моделирования детерминированных последовательностей событий?

а) Да, если правила подстановки однозначно определены

б) Нет, они применимы только к случайным процессам

в) Только в сочетании с нейронными сетями

г) Только для недетерминированных систем

Правильный ответ: а) Да, если правила подстановки однозначно определены. При однозначных правилах алгоритм выдаёт одинаковый результат для одного и того же входа.

9. Какой тип данных чаще всего обрабатывается нормальным алгоритмом Маркова?

а) Векторы признаков

б) Графы знаний

в) Символьные строки (последовательности символов)

г) Матрицы весов

Правильный ответ: в) Символьные строки (последовательности символов). Алгоритм работает с входными данными в виде строк, преобразуя их по правилам подстановки.

10. Можно ли с помощью нормальных алгоритмов Маркова напрямую прогнозировать вероятности будущих состояний?

а) Да, алгоритм сам вычисляет вероятности

б) Нет, алгоритм детерминирован; для вероятностей нужны дополнительные механизмы (например, цепи Маркова)

в) Только если входные данные уже содержат вероятностную информацию

г) Только в случае использования стохастических правил подстановки

Правильный ответ: б) Нет, алгоритм детерминирован; для вероятностей нужны дополнительные механизмы. Классические нормальные алгоритмы Маркова не оперируют вероятностями — они строго следуют правилам подстановки. Для прогнозирования вероятностей используют стохастические расширения или комбинации с другими моделями (например, скрытыми марковскими моделями).

11. В какой области ИИ применение нормальных алгоритмов Маркова наиболее естественно?

а) Обработка изображений

б) Машинное обучение с подкреплением

в) Обработка естественного языка (анализ и генерация текстов, синтаксических структур)

г) Компьютерное зрение

Правильный ответ: в) Обработка естественного языка. Алгоритмы Маркова подходят для задач, связанных с преобразованием и анализом символьных последовательностей, таких как морфологическая обработка, генерация текста или синтаксический разбор.

12. Кто является основоположником теории нечёткой логики?

а) Алан Тьюринг

б) Джон фон Нейман

в) Лотфи Заде

г) Норберт Винер

Правильный ответ: в) Лотфи Заде. Он ввёл понятие нечёткой логики в 1965 году в Калифорнийском университете в Беркли.

13. Чем нечёткая логика принципиально отличается от классической булевой логики?

а) Использует только значения 0 и 1

б) Работает с непрерывным диапазоном значений истинности от 0 до 1

в) Не использует логические операции

г) Основана исключительно на вероятностных вычислениях

Правильный ответ: б) Работает с непрерывным диапазоном значений истинности от 0 до 1. В нечёткой логике высказывания могут быть частично истинными, например, иметь степень истинности 0,7.

14. Что такое функция принадлежности в нечёткой логике?

а) Функция, определяющая вероятность наступления события

б) Функция, задающая степень принадлежности элемента к нечёткому множеству

в) Функция активации в нейронных сетях

г) Функция потерь в машинном обучении

Правильный ответ: б) Функция, задающая степень принадлежности элемента к нечёткому множеству. Например, температура 25 °C может принадлежать множеству «тепло» со степенью 0,8 и множеству «жарко» со степенью 0,3.

15. В какой из перечисленных областей нечёткая логика применяется наиболее активно?

а) Управление сложными техническими системами (например, климат-контролем, стиральными машинами)

б) Квантовые вычисления

в) Криптография

г) Компиляторы языков программирования

Правильный ответ: а) Управление сложными техническими системами. Нечёткая логика хорошо подходит для систем, где правила управления формулируются на естественном языке («если слишком жарко, то уменьшить нагрев») и где важна адаптация к неточным данным.

16. Какой из перечисленных ИИ-продуктов использует принципы нечёткой логики или нечёткой семантики?

а) AlphaGo

б) IBM Watson

в) ChatGPT

г) DALL-E

Правильный ответ: б) IBM Watson. Система использует нечёткую логику и семантику для обработки неоднозначных запросов и работы с неструктурированными данными, что повышает качество анализа и принятия решений.

б) типовые тестовые вопросы открытого типа

1. Объясните, почему исчисление предикатов считается более выразительным средством для представления знаний в ИИ, чем исчисление высказываний. Приведите конкретный пример знания (например, о родственных отношениях или действиях агентов), который можно формализовать в исчислении предикатов, но нельзя — в исчислении высказываний. Запишите соответствующую формулу и поясните её компоненты.

Вопрос проверяет понимание преимуществ исчисления предикатов и умение применять его для моделирования реальных ситуаций.

2. Опишите процесс логического вывода в исчислении предикатов на примере простой базы знаний. Создайте небольшой набор фактов и правил (например, про животных и их свойства), сформулируйте запрос (цель), а затем пошагово продемонстрируйте, как с помощью унификации и правила резолюции можно получить ответ. Укажите, какие промежуточные шаги выполняются и какие подстановки переменных используются.

Вопрос нацелен на понимание механизма логического вывода и умение применять базовые методы (резолюцию, унификацию) на практике.

3. Что такое проблема разрешимости в исчислении предикатов? Объясните, почему в общем случае не существует алгоритма, который мог бы определить истинность произвольной формулы исчисления предикатов. Как это ограничение влияет на использование исчисления предикатов в системах ИИ? Какие практические подходы применяются для преодоления этой проблемы в реальных системах (например, в экспертных системах или системах автоматического доказательства теорем)?

Вопрос оценивает понимание теоретических ограничений исчисления предикатов и знание способов их обхода в прикладных задачах.

4. Рассмотрите применение исчисления предикатов в конкретной области ИИ (например, в планировании действий роботов, обработке естественного языка или экспертных системах). Опишите, как знания в этой области могут быть представлены в виде формул исчисления предикатов: какие предикаты, функции и кванторы используются, какие правила вывода применяются. Приведите 2–3 примера формул и объясните, какую роль они играют в решении задач данной области.

Вопрос требует умения связывать абстрактную теорию с конкретными приложениями ИИ и демонстрировать практическую ценность исчисления предикатов.

5. Сравните исчисление предикатов с другим формальным методом представления знаний в ИИ (например, с семантическими сетями, фреймами или онтологиями в OWL). В чём их сходства и различия с точки зрения выразительности, сложности вывода и удобства использования? Для каких задач ИИ исчисление предикатов будет предпочтительнее, а для каких — альтернативный метод? Приведите по одному примеру задачи для каждого случая и обоснуйте свой выбор.

Вопрос предполагает сравнительный анализ разных подходов к представлению знаний и умение обоснованно выбирать инструмент в зависимости от специфики задачи.

6. Объясните суть нормальных алгоритмов Маркова. Опишите, как работает такой алгоритм на примере преобразования символьной строки — приведите конкретный пример последовательности подстановок и покажите шаг за шагом, как строка изменяется до достижения конечного состояния.

Вопрос проверяет понимание базовых принципов работы алгоритмов Маркова и умение иллюстрировать теорию на практике.

7. Можно ли использовать нормальные алгоритмы Маркова для моделирования последовательностей реальных событий (например, действий пользователя в интерфейсе или этапов производственного процесса)? Если да, то как формализовать такие события в виде символьных строк и правил подстановки? Приведите упрощённый пример модели для какой-либо последовательности событий.

Вопрос нацелен на умение применять абстрактную модель к реальным задачам и переводить процессы в формализованное представление.

8. В чём принципиальные ограничения нормальных алгоритмов Маркова при прогнозировании будущих состояний системы? Почему классические алгоритмы Маркова не подходят для прямого расчёта вероятностей наступления событий? Какие модификации или дополнительные механизмы потребуются, чтобы адаптировать их для вероятностного прогнозирования?

Вопрос выявляет понимание границ применимости модели и стимулирует размышления о путях её расширения.

9. Сравните возможности нормальных алгоритмов Маркова и цепей Маркова для задачи моделирования последовательностей и прогнозирования. В чём их ключевые различия с точки зрения математического аппарата и практического применения в ИИ? Для каких задач каждый из подходов будет более подходящим и почему?

Вопрос требует сравнительного анализа двух родственных, но разных концепций и умения обоснованно выбирать инструмент под задачу.

10. Представьте, что вам нужно спроектировать систему ИИ для прогнозирования поведения пользователя на веб-сайте с использованием идей, вдохновлённых алгоритмами Маркова. Опишите архитектуру такой системы: какие данные будут входными, как они будут кодироваться в символьные строки, какие правила подстановки могут быть использованы, как будет осуществляться прогнозирование следующего действия пользователя. Укажите, какие дополнительные компоненты (например, вероятностные модели, механизмы обучения) потребуются для повышения точности прогнозов.

Вопрос предполагает комплексное проектирование решения, объединяющего классические алгоритмы с современными методами ИИ, и оценку практической реализуемости подхода.

11. Объясните, в чём ключевое отличие нечёткой логики от классической булевой логики. Приведите конкретный пример ситуации (в контексте ИИ), где использование нечёткой логики будет более целесообразным, чем булевой, и поясните почему.

Вопрос нацелен на понимание фундаментального различия между подходами и умение применять теорию на практике.

12. Опишите процесс нечёткого вывода в системах ИИ. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные этапы (фаззификация, агрегирование условий, активизация, аккумуляция, дефаззификация). Приведите упрощённый пример работы этих этапов на каком-либо сценарии (например, управление скоростью вентилятора в зависимости от температуры).

Вопрос проверяет знание архитектуры систем нечёткой логики и способность структурированно излагать сложные процессы.

13. Что такое лингвистическая переменная и функция принадлежности в контексте нечёткой логики? Приведите 2–3 примера лингвистических переменных для задачи управления климат-контролем в помещении, указав для каждой 2–3 нечётких множества и схематично описав вид функций принадлежности (треугольная, трапециевидная и т.д.).

Вопрос направлен на понимание базовых понятий и умение их применять к реальным задачам.

14. Назовите не менее трёх практических областей применения нечёткой логики в современных системах ИИ и для каждой кратко опишите, какую проблему решает использование нечёткой логики (например, в рекомендательных системах, управлении роботами, медицинской диагностике и т.д.). Укажите, в чём преимущество такого подхода по сравнению с традиционными методами.

Вопрос оценивает понимание прикладного значения нечёткой логики и её преимуществ в разных сферах.

15. Рассмотрите гипотетическую задачу прогнозирования спроса на товар с использованием нечёткой логики. Опишите, какие входные лингвистические переменные могли бы быть использованы (например, «сезонность», «цена», «рекламная активность»), какие нечёткие правила («ЕСЛИ… ТО…») можно сформулировать для этой задачи, и как в целом нечёткая система могла бы помочь в принятии решений. Укажите возможные сложности при построении такой системы.

Вопрос требует комплексного применения знаний: от проектирования базы правил до оценки ограничений метода.

4.2 Типовые вопросы к зачету по дисциплине

Вопросы к зачету

1. Основы классической математической логики
1.1 Понятие высказывания. Логические (пропозициональные) связки. Истинностные таблицы.
1.2 Равносильные формулы. Основные равносильности.
1.3 Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.
1.4 Двойственные формулы. Закон двойственности.
1.5 Принцип двойственности.
1.6 Понятие предиката.
1.7 Предикаты тождественно-истинные, тождественно-ложные, выполнимые.
1.8 Операции над предикатами. Конъюнкция предикатов. Дизъюнкция предикатов. Импликация предикатов. Эквиваленция предикатов. Отрицание предиката.
1.9 Кванторы общности. Квантор существования. Область действия квантора.
1.10 Равносильные формулы.
1.11 Приведенная форма.
1.12 Равносильности предикатных формул с кванторами, булевыми операциями и свободными переменными.
1.13 Предваренная нормальная форма.

2. Элементы теории алгоритмов
2.1 Понятие алгоритма. Основные подходы к формализации понятия алгоритма.
2.2 Машина Тьюринга, ее составные части. Начальная конфигурация, заключительная конфигурация. Команда. Программа. Примеры.
2.3 Функции вычислимые по Тьюрингу. Тезис Тьюринга. Проблема остановки.
2.4 Рекурсивные функции. Примитивно рекурсивные функции. Частично рекурсивные функции. Общерекурсивные функции.
2.5 Тезис Черча. Тезис Тьюринга. Связь рекурсивных функций с машинами Тьюринга.
2.6 Нормальные алгоритмы Маркова.

3. Нечеткая логика
3.1 Нечеткая логика в системах ИИ
3.2 Нечеткие множества
3.3 Нечеткие отношения
3.4 Показатель размытости нечетких множеств
3.5 Методы построения функции принадлежности

4.3 Типовые задачи на зачет по дисциплине

Задания для выполнения на зачете

Алгебра высказываний
1. Построить таблицу истинности для каждой функции.
2. Построить СДНФ и СКНФ для каждой функции по таблице истинности.
3. Получить СДНФ и СКНФ для каждой функции путем преобразований.

Вариант задания соответствует последней цифре в номере зачетной книжки.

0.	$\overline{\boldsymbol{AC}} \to \overline{\overline{\boldsymbol{B}} \to \overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{C}} \vee \overline{\boldsymbol{A}}\overline{\boldsymbol{B}}}$, $(\overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{B}})\overline{\overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{C}} \to \overline{\boldsymbol{AB} \to \boldsymbol{C}}$
1.	$(\boldsymbol{AC} \to \boldsymbol{B})\left(\overline{\boldsymbol{BC}} \vee \overline{\boldsymbol{A} \to \overline{\boldsymbol{C}}}\right)$, $(\overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{B}} \to \overline{\boldsymbol{C}})(\overline{\boldsymbol{B}} \vee \boldsymbol{C}) \to \overline{\boldsymbol{A}}\boldsymbol{C}$
2.	$\boldsymbol{A} \vee \overline{\boldsymbol{B}} \to \boldsymbol{C}(\overline{\boldsymbol{A}} \vee \boldsymbol{B} \to \overline{\boldsymbol{A}}\boldsymbol{B})$, $\boldsymbol{A} \vee \overline{\overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{C}} \to \overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{B}} \to \boldsymbol{B}\overline{\boldsymbol{C}}$
3.	$\overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{C} \to \overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{B}} \to \boldsymbol{A}\overline{\boldsymbol{C}}$, $(\overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{C} \to \overline{\boldsymbol{B} \vee \boldsymbol{C}}) \to \boldsymbol{AB}$
4.	$(\boldsymbol{B}(\boldsymbol{A} \vee \boldsymbol{C})) \to \boldsymbol{B})(\boldsymbol{A} \vee \boldsymbol{B} \to \boldsymbol{C})$, $\overline{\boldsymbol{A}}(\boldsymbol{B} \vee \boldsymbol{C}) \to \boldsymbol{B}(\overline{\boldsymbol{A}} \vee \boldsymbol{C} \to \boldsymbol{C})$
5.	$\overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{BC}} \to \overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{B}} \to \overline{\boldsymbol{A}}\boldsymbol{C}$, $\overline{\boldsymbol{AC}} \vee \boldsymbol{B} \to \overline{\boldsymbol{A}}\overline{\boldsymbol{C}} \vee \overline{\boldsymbol{A} \to \overline{\boldsymbol{C}}}$
6.	$\overline{\overline{\boldsymbol{A}}\overline{\boldsymbol{B}} \vee \boldsymbol{C} \to \boldsymbol{BC}} \to \overline{\boldsymbol{B} \vee \boldsymbol{C}}$, $\boldsymbol{A} \vee \overline{\boldsymbol{C}} \to \overline{\overline{\boldsymbol{A}}\boldsymbol{B}} \vee \boldsymbol{C} \to \overline{\boldsymbol{A}}\boldsymbol{C}$
7.	$\boldsymbol{B} \vee \overline{\boldsymbol{C}} \to \overline{\boldsymbol{A}\overline{\boldsymbol{B}} \to \boldsymbol{C}} \vee \boldsymbol{B}\overline{\boldsymbol{C}}$, $\overline{\boldsymbol{A}} \vee \boldsymbol{B} \to \overline{\boldsymbol{A}} \vee \overline{\boldsymbol{BC}} \to \overline{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{C}$
8.	$\left(\boldsymbol{A} \vee \boldsymbol{BC} \to \overline{\overline{\boldsymbol{B}} \vee \boldsymbol{C}}\right) \to \boldsymbol{AC}$, $\overline{\boldsymbol{A} \vee \overline{\boldsymbol{B}} \to \overline{\boldsymbol{B}}(\overline{\boldsymbol{A}} \to \overline{\boldsymbol{C}})}(\boldsymbol{A} \vee \boldsymbol{C})$
9.	$(\overline{\boldsymbol{A}}\boldsymbol{B} \to \boldsymbol{C})(\overline{\boldsymbol{A}} \vee \boldsymbol{B}) \to \overline{\overline{\boldsymbol{B}} \vee \boldsymbol{C}}$, $\overline{\overline{\boldsymbol{B}} \vee \overline{\boldsymbol{C}} \to \overline{\boldsymbol{A}} \vee \boldsymbol{BC}} \to \boldsymbol{BC}$

Логика предикатов

Привести к ПНФ формулы логики предикатов.

Вариант задания соответствует последней цифре в номере зачетной книжки.

0.	$\overline{\exists x F(x,y)} \to \forall x \forall y G(x,y)$
1.	$\overline{\forall x F(x,y) \to \exists y G(x,y)}$
2.	$\exists u((\exists x F(x,u) \to \forall x G(x,u))$
3.	$\exists x F(x,z) \& (F(x,z) \to \forall z H(x,z))$
4.	$\forall x \forall y F(x,y) \leftrightarrow \overline{\exists x \exists y G(x,y)}$
5.	$(\overline{\exists x F(x,y)} \to \forall x Q(x,y)) \vee F(x,y)$
6.	$\forall x F(x,y) \to (\forall y F(x,y) \to \overline{\exists x R(x,y)})$
7.	$\overline{\forall x \forall y F(x,y)} \leftrightarrow \exists x \exists y G(x,y)$
8.	$\overline{\forall x \forall y F(x,y) \leftrightarrow \exists x \exists y G(x,y)}$
9.	$\overline{\exists u((\exists x F(x,u) \to \forall x G(x,u))}$

Машины Тьюринга

Для машины Тьюринга из примера определите, в какое слово перерабатывает машина слово, если она находится в начальном стандартном состоянии.
Номер варианта задания соответствует последней цифре в номере зачетной книжки.

0. 1111 $a_0$11111
1. 111111$a_0$111
2. 11111 $a_0$1111
3. 1 $a_0$1$a_0$111111
4. 1 $a_0$111 $a_0$1111
5. 11 $a_0$111 $a_0$111
6. 1111111 $a_0$11
7. 1 $a_0$11111111
8. 111 $a_0$1 $a_0$1111
9. 1 $a_0$11 $a_0$11111

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ	**07.10.26** 00:09 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ	**07.10.26** 00:09 (MSK)	Простая подпись